Case study

地震による建物の倒壊や耐震性を解析する際に不可欠な高精度モデルの構築に挑む

モデル構築のために繰り返す膨大な計算のため、長年ボトルネックだったI/Oの問題をHP ProLiant DL980 G7+IOアクセラレータで解消

業界
官公庁・研究機関

目的
地震による建物の倒壊や耐震性をシミュレーションできる精度の高いモデルの構築

アプローチ
- 膨大な回数繰り返す計算結果をメモリーからストレージに高速で書き出せるサーバー環境を用意する
- サーバーには、高性能なインテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリー8基（80コア）を搭載したHP ProLiant DL980 G7
- サーバーに内蔵可能で、抜群の超高速I/Oを実現するHP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバによりI/Oボトルネックを解消する

ITの効果
- モデル構築作業にかかる時間の短縮が可能に
- マルチコアを使った並列処理により、計算処理の大幅な効率化を目指す
- 仮想化環境を導入し、OSの枠を超えた柔軟なサーバー利用が可能に

ビジネスの効果
- 高精度のモデルが完成することで、解析の精度も向上
- きめ細かな利用サポートが可能になり、施設利用者に大きなメリットを提供

DPRI-KU

HPC

これまでは、研究所外の方々も利用できる実験設備がありますので、どうぞお使いください、というのが基本スタンス。利用者に対する計測や解析のための具体的なサポートはあまり行ってきませんでした。しかし、外部の利用実績が増えるにつれて、特に解析のフェーズで防災研究所のサポートが受けたい、というニーズが寄せられるようになりました。こうした声に応えるためにも、研究環境を高度化し、解析サポートまでできるようにする必要がありました。

川瀬 博氏　京都大学 防災研究所 社会防災研究部門 教授

いったん発生すると、想像を絶する破壊と莫大な経済的損失をもたらす自然災害。地震や火山噴火、水害、土砂災害など、日本は世界的に見ても有数の自然災害発生国といえる。京都大学防災研究所は、こうしたあらゆる自然災害を横断的・総合的に研究する一大研究拠点だ。同研究所は2009年以来、先端的な研究施設や設備、研究環境などを外部の大学や研究機関、企業などに広く公開。共同利用や共同研究を進めてきた。そして、2013年、こうした取り組みをさらに高度化すべく、利用者からの要望も高かった、地震の揺れを忠実に再現する振動台の利用サポートを強化しようとしている。そのための新しいサーバーとしてHP ProLiant DL980 G7が採用された。

京都大学 防災研究所 社会防災研究部門 教授
川瀬 博 氏

京都大学 防災研究所 社会防災研究部門 准教授
松島 信一 氏

京都大学防災研究所では あらゆる自然災害を横断的に研究

日本は、世界的に見ても、自然災害の多い国であるといわれる。世界で起こるマグニチュード6以上の地震のうち、日本周辺を震源とするものは約20%を占める。活火山も日本国内に世界の約7%が存在している。また、台風による水害や急峻な地形が引き起こす土砂災害、さらには竜巻による災害なども発生しており、大惨事となった東日本大震災の例を引くまでもなく、いったん大規模な自然災害が起きると、想像を絶する破壊と莫大な経済的損失をもたらす。

社会的にも巨大なインパクトを与える自然災害に対して、いかに準備や対策を行い、起きてしまった後の対応をどのようにすべきかまでをカバーする防災研究。その一大研究拠点として世界的にも知られるのが、京都大学防災研究所である。同研究所は外部の研究機関や企業などとも連携しながら、地震や火山、地盤、気象、水などが引き起こすあらゆる自然災害を横断的・総合的に研究。その研究対象は発生メカニズムの解明から被害抑止、減災、復興対応、さらに政策提案や防災教育まで極めて広範囲にわたる。

こうした特長に加え、同研究は、民間では管理・運営が難しい建物の耐震性研究のための最新鋭で大型の実験施設や設備を保有。研究所として集積してきた膨大な資料やデータとともに広く他の大学や研究機関、一般企業などに公開し、共同利用、共同研究を進めるという取り組みを行っていることでも知られている。ここまでの取り組みは「文部科学省が実施している「共同利用・共同研究拠点」の認定を受けてのもの。

そのうち、強震応答実験装置（振動台）の共同利用については、文部科学省が実施している「先端研究施設共用促進事業」の採択を受けてのものだが、こうした取り組みをさらに深化させるため、施設や設備、そして利用サポートのための環境整備も含めて高度化を図る作業が、2013年の春からスタートした。利用サポートの環境整備で目玉となったのは新たな高性能サーバーの導入。採用されたのは、超高速なI/Oで評価の高いHP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバ（以下、HP IOアクセラレータ）を内蔵し、高性能なインテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリー8基（80コア）を搭載したHP ProLiant DL980 G7だった。

外部に向けて公開している 研究施設や研究環境の高度化を目指す

東日本大震災を遡ること16年前の1995年、兵庫県南部地震によって阪神・淡路大震災が発生。一部損壊も含めると約64万棟の木造住宅やビルが被災し、死傷者は約5万人に上った。この大規模災害の発生を受けて、建物が倒壊した原因を解き明かし、耐震性を高める技術の研究を進めるため、翌1996年、兵庫県南部地震の揺れ（地震動）を3次元的に再現できる「強震応答振実験装置（振動台）」を備えた実験棟が同研究所に建設された。

この振動台では、5m×3mのサイズの振動台の上に実際の建物全体や建物の一部、あるいは模型などを乗せ、過去の地震の観測データや実験用に作成した振動データなどを基に、様々な揺れを与えることができる。そして、与えた振動に対して建物などの各部がどのような挙動を示すかを計測し、データ化するわけだが、単純に計測データを積み重ねても、建物がどのような理由で壊れたのか、どのように対策すれば耐震性を向上できるのか、などを解明することはできない。それには、積み重ねた膨大な計測データを使って行う解析作業が必要となるのだ。

防災研究所の振動台は、先端的な研究施設の利用を外部にも公開し、共同利用・共同研究を促そうという国の「先端研究施設共用促進事業」に採用され、2009年以降、多くの研究機関や建設会社を中心とする企業などが活用してきていた。

「これまでは、研究所外の方々も利用できる実験設備がありますので、どうぞお使いください、というのが基本スタンス。利用者に対する計測や解析のための具体的なサポートはあまり行ってきませんでした。しかし、外部の利用実績が増えるにつれて、特に解析のフェーズで防災研究所のサポートが受けたい、というニーズが寄せられるようになりました。こうした声に応えるためにも、研究環境を高度化し、解析サポートまでできるようにする必要がありました」。同研究所で振動台などの維持管理を担う社会防災研究部門都市空間安全制御研究分野の川瀬 博教授は、新サーバー導入の背景をこう説明する。

解析作業で必要なモデルの構築では 強力なコンピューターパワーが必要

解析作業を進めようとするときに不可欠なの

■新しい研究用サーバーの概要

インテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリー

ハードウェア: HP ProLiant DL980 G7×1台
搭載プロセッサー:インテル® Xeon® プロセッサー E7-4870 2.4GHz 8基／80コア
搭載メモリー:4TB
オプション:HP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバー 2TB×6台
OS:Red Hat Enterprise Linux

が、実際の建物の揺れの様子をコンピューター上で再現できる「モデル」の存在だ。というのも、振動台の上に乗せることのできる測定対象の大きさには限界があり、実物大の建物全体の正確な計測データを取得することは不可能であるからだ。当然、耐震性を上げるための補強などを施した建物でその効果を計測するようなこともできない。また、既存の建物に対して耐震性の強化などを検討しようとするような場合も、計測不可能であることは明らかだろう。

このため、コンピューター上に現実の建物の揺れを再現できるモデルをあらかじめ構築しておき、これに実験で得られた計測データを入力することで仮想的に実際の建物の揺れをシミュレーションし、倒壊の様子などを様々な条件で検証することにより、問題となりそうな構造や材料強度、耐震補強の効果といったことを予測することが可能になる。モデルで再現できる揺れが現実の建物に近ければ近いほど、予測の精度もより高まっていく。

モデルを実際に構築していく作業は、次のような流れになる。まず、これまでの実験や地震観測から考案されている基本モデルを用意。これに建物の挙動に関係すると想定される様々なパラメーターを設定する。そのうえで、ある一つのパラメーターの値を固定し、これまでの実験で使った揺れのデータを入力して計算を行う。その際には時間軸に沿って1タイムステップずつずらしながら、計算を繰り返す。こうした一連の計算データが得られたら、パラメーター値を変えて同じようにサイクルを回す。いくつかのパラメーター値で結果を得たら、次はパラメーターを別のものに変えて、同様のサイクルをパラメーターの数だけ繰り返し、計算データを収集。これを、研究所で蓄えてきた膨大なデータと比較しながら、揺れの再現に関係性の高いパラメーターの選定や最適なパラメーター値を探り、モデルの精度をより現実に近いものへと高めていく。膨大な計算を繰り返さなくてはならないモデルの構築作業には、極めて高いコンピューティングパワーが必要とされるのだ。

長年課題だったI/O高速化を実現し より精度の高いモデル構築を進める

「モデル構築には、これまですでに導入していたクラスタ構成のサーバーを利用してきました。しかし、サーバー性能の制約から、モデルの精度を上げることは非常に困難だったのです。特に、処理の大きなボトルネックとなったのは、計算結果をメモリーからストレージに書き出す際のI/Oのスピードでした」と、川瀬教授とともに新サーバーの選定にあたった同研究分野の松島信一准教授は解説する。

I/Oスピードが遅いため、1タイムステップずつの計算結果をストレージに書き出そうとすると、そのためだけに待ちの時間が発生してしまう、と松島准教授は振り返る。「演算処理自体は高速に実行できたとしても、書き出しに時間がかかってしまうと計算作業全体の時間もどんどん延びてしまいます。仕方なく、1タイムステップの間隔を広げる、絶対に必要と思われるデータしか書き出さない、といった対処をしなくてはならず、得られた計算結果の多くは捨てていたのです。I/Oのボトルネックを解消することは長年の課題でした」（松島准教授）。

パラメーターの最適な値を見つけ出すため、過去の膨大なデータと比較する際にも、I/Oスピードは効いてくる。さらに、比較元となる過去データをできるだけたくさん読み出しておけるよう、搭載できるメモリー量の大きさにも松島准教授たちは注目した。

「精度の高いモデルを構築していく際に必要な膨大な計算は並列化して処理したいと考えて

いましたから、搭載可能なコア数もできるだけ多いサーバーが前提。メモリー量、コア数という観点だけで見れば、HP ProLiant DL980 G7以外の選択肢があったかもしれません。しかし、HP ProLiant DL980 G7の場合、一番重要な課題であったI/Oのボトルネックを解消できる、圧倒的なI/O性能のHP IOアクセラレータを内蔵できる点が決定的。結論からいえば、HP ProLiant DL980 G7一択という状況でした」（松島准教授）。

建物の防災の世界で新たなテーマとなるインバージョン

HP IOアクセラレータ内蔵の HP ProLiant DL980 G7は2013年9月に納入され、現在は、これまでのサーバー環境で動かしていたプログラムや計測データなどを使って、動作検証が進められている。

松島准教授は、新しいサーバーへの期待を構語る。「本格的な稼働が始まれば、仮想化サーバーで運用することを考えています。一つのサーバー上で、処理内容に応じてWindowsとLinuxのプログラムを柔軟に使い分けることができるようになるのは楽しみです。また、80コアで並列処理をさせることができる点にも期待しています。モデルをチューニングしていく際に、考慮すべきパラメーターの数は非常に多いため、40コアであるパラメーターの計算をさせ、残りの40コアでは別のパラメーターの計算を並列で行うことも可能なはず。モデル構築の効率化につながってくれるでしょう」。

川瀬教授は、HP ProLiant DL980 G7を使うことで、モデルの精度が大きく向上するであろうことに期待感を表明する。「建物の防災の世界では、今、『インバージョンの時代』ということがいわれています。つまり、建物の測定データを出発点とするのではなく、精度の高いモデルを出発点として、建物の測定データの異常な点を見つけ出し、その建物のどこが弱そうか、どこを補強すればいいのかなどを特定するという発想です。コンピューターパワーが上がったことで、モデルで扱えるパラメーターの数が増え、精度が格段に高いモデルを構築できるようになれば、こうしたインバージョン的な取り組みも大きく進むことでしょう」。防災研究所の共同利用が可能な研究環境は、確実に高度化へのステップを踏み出したようだ。

ソリューション概略

導入ハードウェア
HP ProLiant DL980 G7
HP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバー

導入ソフトウェア
インテル® Cluster Studio XE 2013 Linux版

安全に関するご注意　ご使用の際は、商品に添付の取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。水、湿気、油煙等の多い場所に設置しないでください。火災、故障、感電などの原因となることがあります。

お問い合わせはカスタマー・インフォメーションセンターへ
03-5749-8328 月～金 9:00～19:00　土 10:00～17:00（日、祝祭日、年末年始および5/1を除く）
機器のお見積もりについては、代理店、または弊社営業にご相談ください。
HP ProLiantに関する情報は http://www.hp.com/jp/proliant

Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel Inside、Intel Inside ロゴ、Xeon、Xeon Insideは、アメリカ合衆国および / またはその他の国におけるIntel Corporationの商標です。
記載されている会社名および商品名は、各社の商標または登録商標です。
記載事項は2013年12月現在のものです。
本カタログに記載されている情報は取材時におけるものであり、閲覧される時点で変更されている可能性があります。あらかじめご了承ください。
© Copyright 2013 Hewlett-Packard Development Company,L.P.

本カタログは、環境に配慮した用紙と植物性大豆油インキを使用しています。 PRINTED WITH SOY INK

日本ヒューレット・パッカード株式会社
〒136-8711 東京都江東区大島2-2-1